

СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ПРОНИКНЕННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У ВИДІЛЕНЕ ПРИМІЩЕННЯ

$$c_i = \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{n_{ij}} a_{ijk} c_{ijk} \quad (3)$$

Практично ця величина може слугувати базою для отримання більш точних оцінок вартості створення всієї СЗІ. Вагові коефіцієнти характеризують певну залежність між різними діями при їх реалізації. Їх значення, а також значення відповідних вартостей є предметом експертних оцінок.

Із запропонованого підходу випливає досить проста схема його можливої комп'ютерної реалізації. Вона є практично аналогічною змісту критеріїв [1], в яких у формі таблиць детально описані як самі послуги за рівнями, так і відповідні їм функції. Для отримання кількісних оцінок застосовуються формули (1) та (2). Якщо необхідно введення ще одного (чи більше) ступеню деталізації, то це проводиться цілком аналогічно. Розробка такої системи є предметом подальших досліджень.

Введені таким чином ймовірності та витрати фактично є критеріями, що дозволяють розв'язувати важливу практичну проблему – проблему порівняння різних рівнів гарантій, причому не тільки якісно, а навіть кількісно.

V Висновки

Таким чином, в роботі проведено аналіз вимог критеріїв гарантій на предмет їх складу та властивостей. Здійснено формальний опис вимог, а також визначено важливий підхід щодо проведення процесу порівняння вимог критеріїв гарантій за певною шкалою. Саме завдяки сформульованому підходу виявилася можливість отримати загальні оцінки рівня захищеності конкретних АС в термінах ймовірностей, а також оцінки трудомісткості побудови СЗІ. Причому слід підкреслити, що запропонований формалізм базується на основі лише детального аналізу існуючих нормативних документів і досить загальних міркувань.

Література: 1. Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. - НД ТЗІ 2.5-004-99, ДСТСЗІ СБ України, Київ, 1999. 2. Антонюк А. О. Про деякі важливі поняття захисту інформації в автоматизованих системах // Наукові записки НаУКМА. – 2002. – №2. – 8 с. 3. Мельников В. В. Защита информации в компьютерных системах. - М.: Финансы и статистика, 1997.

УДК 681.3

СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ ПРОНИКНЕННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У ВИДІЛЕНЕ ПРИМІЩЕННЯ

Віктор Гришко, Михайло Прокоф'єв

НДЦ "ТЕЗІС" НТУУ "КПІ"

Анотація: Проаналізовано конструкції пристрою для виявлення проникнення лазерного випромінювання через шибки виділеного приміщення. Надано рекомендації щодо вибору елементів конструкції для зменшення вірогідності витоку мовної інформації.

Summary: The theoretical analysis of a device's construction for revealing the exposure of laser penetration through the window-panes of the selected apartment was conducted. Some recommendations were also given as for choosing the elements of such construction for the aim of diminishing authenticity of linguistic information's flowing out through laser devices.

Ключові слова: Лазерне випромінювання, захист інформації.

Захист акустичної (мовної) інформації є однією з найважливіших задач у загальному комплексі заходів щодо забезпечення безпеки об'єкту інформаційної діяльності (ОІД).

Для перехоплення мовної інформації може використовуватися широкий арсенал портативних технічних засобів розвідки, що дозволяють перехоплювати мовну інформацію по прямому акустичному, віброакустичному, електроакустичному і оптико-електронному (акустооптичному) каналам.

Найефективнішими вважаються лазерні системи акустичної розвідки, які дозволяють відтворювати мову, будь-які інші звуки, акустичні шуми шляхом локаційного зондування лазерним променем шибок і інших поверхонь, що відбивають лазерний промінь. Розвідка може вестися з сусідніх будівель або автомашин, що можуть знаходитись на дорогах або автостоянках, прилеглих до будівлі.

На сьогоднішній день створено сімейство лазерних засобів акустичної розвідки. Як приклад можна привести систему SIPE LASER 3-DA SUPER [1]. Вона складається з джерела випромінювання (гелій-

неонового лазера), приймача цього випромінювання з блоком фільтрації шумів, двох пар головних телефонів, акумулятора живлення і штатива. Наведення лазерного випромінювання на шибку потрібного приміщення здійснюється за допомогою телескопічного візира. Змінювати кут розходження лазерного променя дозволяє оптична насадка, а висока стабільність параметрів досягається використанням системи автоматичного регулювання. Такий пристрій забезпечує знімання мовної інформації з віконних рам з подвійним склом з високою якістю на відстані до 250 м.

Досягнення лазерної техніки дозволили значно поліпшити технічні характеристики і надійність роботи таких систем розвідки. Так, лазерний пристрій фірми Hewlett-Packard НР0150 має паспортну дальність ведення розвідки до 1000 м [1].

Фахівці оцінюють максимальну дальність розвідки з використанням оптико-електронних (лазерних) акустичних систем, що знімають інформацію з внутрішніх шибок, у 150...200 метрів у міських умовах (наявність інтенсивних акустичних перешкод, забруднена атмосфера тощо) і у 500 м в замських умовах [2].

Якість отриманої мовної і відео інформації характеризує параметр – відношення сигнал/шум ($S/N = \text{signal to noise}$). Для зниження розбірливості мови (з метою захисту мовної інформації) необхідно прагнути зменшити відношення сигнал/шум у місцях можливого розміщення датчиків апаратури акустичної розвідки. Це досягається або шляхом зменшення (ослаблення) рівня мовного сигналу (пасивні методи захисту), або збільшення рівня шуму (створення акустичних і вібраційних перешкод – активні методи захисту).

Ослаблення акустичних (мовних) сигналів здійснюється шляхом звукоізоляції приміщень, локалізацією джерел акустичних сигналів усередині них, використанням архітектурних і інженерних рішень, застосуванням спеціальних будівельних і оздоблювальних матеріалів.

Активні методи захисту полягають у створенні маскуючих акустичних і вібраційних перешкод засобом розвідки, тобто у використанні віброакустичного маскування інформаційних сигналів.

Акустичне маскування ефективно використовується для захисту мовної інформації від витоку в усіх каналах витоку, а віброакустичне - у віброакустичному і оптико-електронному (акустооптичному) каналах.

Створено велику кількість різних систем активного віброакустичного маскування, успішно використовуваних для протидії засобам перехоплення мовної інформації. До них відносяться: системи "Заслін", "Кабінет", "Барон", "Поріг-2М", "Фон-В", "Шорох", VNG-006, ANG-2000, NG-101, "Луна" і т. д. [2].

Як кінцеві пристрої, що здійснюють перетворення електричних коливань в акустичні коливання мовного діапазону частот, звичайно використовують малогабаритні широкосмугові акустичні колонки, а перетворення електричних коливань у вібраційні – вібраційні випромінювачі.

Для повного захисту приміщення по віброакустичному каналу вібродатчики необхідно встановлювати на всіх конструкціях (стінах, стелі, підлозі), шибках, а також трубах, що проходять через приміщення. Необхідна кількість вібродатчиків для захисту приміщення визначається не тільки його площею, кількістю вікон і труб, але і ефективністю датчиків (ефективний радіус дії вібродатчиків на перекритті завтовшки 0,25 м складає від 1,5 до 5 м).

Ефективним способом захисту інформації є своєчасне виявлення проникнення лазерного випромінювання у приміщення через вікно і сповіщення учасників переговорів або бесіди про можливий витік інформації. При такому способі захисту інформації співрозмовники, оповіщені про можливий витік інформації, можуть за бажанням дезінформувати нападників, змінивши напрямок розмови у бажане русло.

Виявлення проникнення лазерного випромінювання через велику площину вікна є складною задачею. При цьому проблематично встановити фотоприймачі (ФП) так, щоб вони не заважали працюючим у офісі. Вирішити задачу виявлення проникнення лазерного випромінювання через вікно можливо, якщо встановити другу шибку вікна під певним кутом до першої, покрити їх внутрішні поверхні покриттями, що відбивають, а під вікном розмістити екран, що розсіює лазерне випромінювання, і фотоприймач, що фіксує наявність розсіяного випромінювання на екрані (рис. 1, а). При цьому у кілька разів зменшується площа фіксації лазерного променя, а фотоприймач розташовується збоку від вікна, що не заважає працюючим у офісі і забезпечує скритність пристрою виявлення лазерного випромінювання.

Для аналізу можливостей описаного способу побудуємо математичну модель проходження променів через систему з двома шибками, розташованими під кутом $\omega = \text{tg}(L/H)$, де L – відстань між нижніми краями шибок, H – висота шибки. Така модель дозволить обирати оптичну систему для реалізації захисту при заданих параметрах вікна і вирішувати зворотну задачу – розрахувати необхідні параметри L , H і площу екрану, що розсіює лазерне випромінювання, при заданих параметрах оптичної системи.

Визначення математичної моделі запропонованого способу потребує знання кількості відбиттів на протилежних шибках, розташованих під кутом ω . Для розрахунку кількості відбиттів треба обчислити відстань h_i між сусідніми точками відбиття на вертикальній шибці, де $i = 1, 2, 3, \dots$ – порядковий номер ділянок, обмежених точками відбиття лазерного променя, починаючи з місця входу у вертикальну шибку лазерного променя. Якщо місце входу лазерного променя є h_0 і кут його входу відносно поверхні,

перпендикулярної вертикальній шибці, є α , то з урахуванням теореми синусів відстань між сусідніми відбиттями на вертикальній шибці, починаючи з місця входу лазерного променя, буде мати вигляд:

$$h'_i = (H - h_0) \cdot \frac{\sin \varpi \cdot \cos \alpha \cdot \sin 2[(2i - 1)\omega + \alpha]}{\cos[(2i - 2)\omega + \alpha] \cdot \cos[(2i - 1)\omega + \alpha] \cdot \cos(2i\omega + \alpha)}. \quad (1)$$

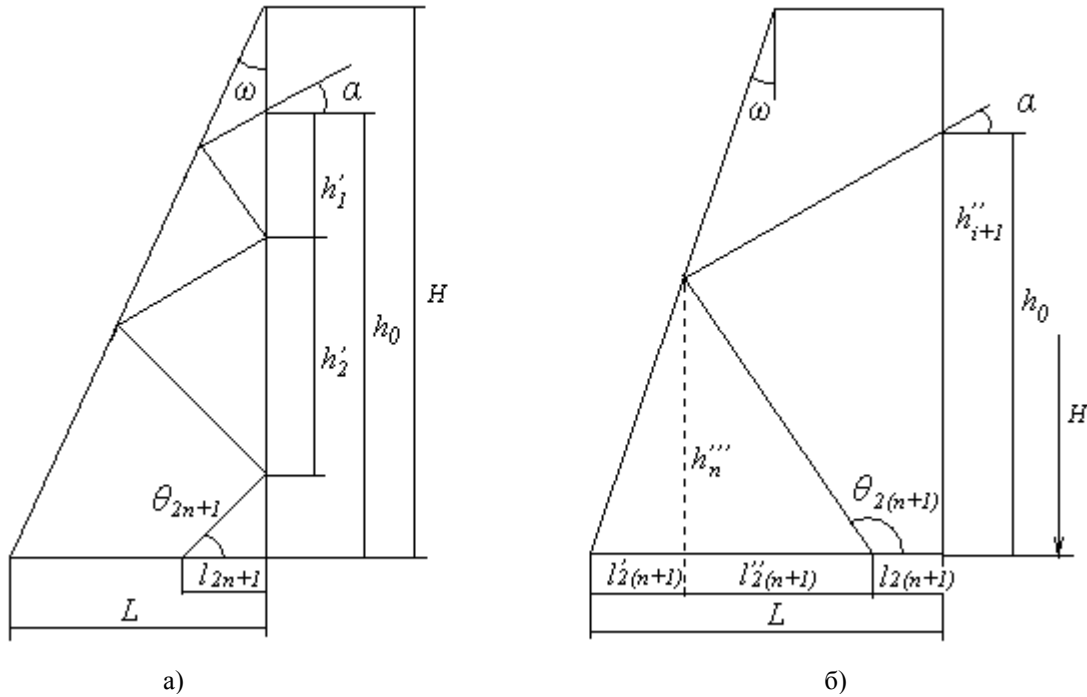


Рисунок 1 – Проходження лазерного променя через систему з нахиленою шибкою:
а) без горизонтального скла, б) з горизонтальним склом.

Кількість ділянок, обмежених точками відбиття лазерного променя, які повністю вміщуються на вертикальній шибці, визначає число n як максимальне значення числа i , що знаходиться з нерівності $\sum_{i=1}^{i=n+1} h'_i < H$. Якщо $h'_i < H$, то $i = n = 0$. Надалі шляхи променів від місця входу або відбиття на вертикальній шибці до місця відбиття на нахиленій шибці або екрані, що розсіює лазерне випромінювання, будемо позначати непарними цифрами, а шляхи променів від місця відбиття на нахиленій шибці до місця відбиття на вертикальній шибці або екрані, що розсіює лазерне випромінювання, будемо позначати парними цифрами, починаючи від місця входу лазерних променів на вертикальній шибці (рис. 1, а). Для шляхів з непарними індексами місце входу лазерного променя в екран по відношенню до вертикальної шибки визначається формулою:

$$L_{2n+1} = (h_0 - \sum_{i=1}^{i=n} h'_i) \cdot \operatorname{ctg}(2i\omega + \alpha). \quad (2)$$

При цьому кути входу лазерного променя в екран розраховуються за рівнянням $\theta_{2n+1} = 2n\omega + \alpha$. Для таких кутів має виконуватися умова $0 < \theta_{2n+1} < 90^\circ$.

Якщо $L_{2n+1} > L$ для визначеного максимального значення числа $i=n$, то лазерний промінь зазнає відбиття від нахиленої шибки і шляхи з парними індексами (відстані від вертикальної шибки до місця входу лазерного променя в екран) необхідно послідовно розраховувати за наступними формулами:

$$h''_{i+1} = (H - h_0) \cdot \frac{\sin \omega \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg}[(2i - 2)\omega + \alpha]}{\cos[(2i - 1)\omega + \alpha]}; \quad (3)$$

$$h_{n+1}''' = h_0 - \sum_{i=1}^{i=n} h_i' - h_{i+1}''; \quad (4)$$

$$l_{2(n+1)}' = h_{n+1}''' \cdot \operatorname{ctg}(90^\circ - \omega); \quad (5)$$

$$l_{2(n+1)}'' = h_{n+1}''' \cdot \operatorname{ctg}[2(n+1)\omega + \alpha]; \quad (6)$$

$$l_{2(n+1)}''' = l_{2(n+1)}' + l_{2(n+1)}''; \quad (7)$$

$$l_{2(n+1)} = L - l_{2(n+1)}'''. \quad (8)$$

При цьому кути входу лазерного променя в екран розраховуються за рівнянням $\theta_{2(n+1)} = 180^\circ - [2(n+1)\omega + \alpha]$. Для таких кутів має виконуватися умова $90^\circ < \theta_{2(n+1)} < 180^\circ$.

Знання максимального значення числа $i=n$ дозволяє визначити ступінь зменшення потужності P_e лазерного променя, що розсіюється на екрані під шибками, відносно потужності P_v лазерного променя випромінювача за формулами:

$$P_e = K_p \cdot K_{vn}^{n+1} \cdot K_{vv}^n \cdot P_v, \quad (9)$$

$$P_e = K_p \cdot K_{vn}^n \cdot K_{vv}^n \cdot P_v, \quad (10)$$

де K_p, K_{vv}, K_{vn} – відповідно коефіцієнти пропускання світла через вертикальну шибку, коефіцієнти відбиття світла від нахиленої та вертикальної шибки.

Формули (9) та (10) застосовуються відповідно для парних та непарних індексів шляхів променів, що розсіюються на екрані. Наприклад, для показаного на рис. 1, а проходження лазерних променів при $n = 2$ для шибки з металевим покриттям, що мають коефіцієнт відбиття $K_{vv} = K_{vn} = 0,8$, потужність випромінювання на екрані зменшується приблизно у 12 разів.

Аналіз отриманих формул показав, що доцільно обирати кут $\omega = 20^\circ$, який задовольняє умовам мінімального зменшення потужності лазерного випромінювання при мінімальній площі екрана розсіювання, оскільки зменшення кута ω призводить до збільшення числа відбиттів до перетину лазерного променя екрану, а збільшення площі екрану ускладнює фіксування наявності лазерного променя на екрані.

Як видно з рис. 1, а більшість відбиттів і, отже, втрата потужності відбувається у верхній частині трикутника. Щоб уникнути недоцільної втрати потужності у верхній частині трикутника пропонується віднести нахилене скло на деяку відстань згідно з рис. 1, б. Щоб уникнути втрати променя при негативних кутах входження α доцільно встановити горизонтальне скло з покриттям, що відбиває (рис. 1, б). Така конструкція дозволяє ефективно відбивати лазерні промені з усіма можливими кутами α .

Відбиті лазерні промені на екрані можуть бути зафіксовані пристроями сканування або відеокамерами з ПЗЗ-матрицями.

Відомо, що число фотонів, що беруть участь в утворенні зарядового пакету за цикл накопичення на елементі (пікселі) фотоприймача, визначається як,

$$N_f = \frac{E \cdot S \cdot t}{W_f} \cdot \eta, \quad (11)$$

де E – освітленість, Вт/м², S – площа елемента, м², t – час накопичення, с, $W_f = h\nu$ – енергія фотона, Дж, $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – стала Планка, $\nu = c/\lambda$ – частота випромінювання, Гц, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – швидкість світла, λ – довжина хвилі випромінювання, м, η – квантовий вихід.

Оцінимо енергетичну освітленість екрану. З одного боку 1 Вт = 1 Дж/с. З іншого, 1 Вт потужності світлового випромінювання від джерела білого кольору з рівномірним розподілом енергії (наприклад, Сонця) у спектрі кривої видимості ока відповідає світловому потоку у 220 лм. Звідси випливає, що 1 Вт/м² = 220 люкс, або, двом люксам відповідає енергетична освітленість $9.1 \cdot 10^{-3}$ Вт/м². Саме цю енергетичну освітленість реєструватиме люксметр, який має спектральну характеристику чутливості, що співпадає з кривою видимості ока.

У світлочутливій площині фотоприймача відеокамери енергетична освітленість буде зменшена. Коефіцієнт ослаблення потоку квантів (фотонів) при відбитті від екрану і проходженні у площину фокусування об'єктива, сфокусованого на нескінченність, розраховується з відомого рівняння [1]:

$$E_{\Phi\P} = (4 \cdot F^2)^{-1} \cdot E_{об.} \cdot \rho \cdot \Pi, \quad (12)$$

де ρ – коефіцієнт відбиття екрану, Π – коефіцієнт пропускання об'єктива, F – апертура об'єктива.

Для стандартних умов вимірювання чутливості відеокамер приймають: коефіцієнт відбиття $\rho = 0.75$,

коефіцієнт пропускання $\Pi = 0.85$, апертюра $F = 1.2$.

Тому в стандартних умовах ослаблення потоку квантів при переносі зображення лазерного променя на екрані у площину фокусування складатиме:

$$E_{об.}/E_{ФП} = 4(1,2)^2/0.75 \cdot 0.85 = 9 \text{ разів}.$$

Отже, енергетична освітленість у світлочутливій площині фотоприймача при освітленості екрану 2 люкса складатиме $\sim 10^{-3}$ Вт/м².

Наведені розрахунки дозволяють зробити висновок: потужність лазерного випромінювання, що попадає на світлочутливий шар фотоприймача, ослаблюється в описаній системі у 100 – 1000 разів. Враховуючи той факт, що для несанкціонованого знімання мовної інформації використовують потужні лазери, таке ослаблення сигналу дозволяє застосовувати для виявлення опромінення ОІД прості фотоприймачі широкого вжитку.

Таким чином, запропонований спосіб виявлення опромінення ОІД лазерними пристроями може бути реалізований простими технічними засобами. Нанесення металевого покриття на шибки розміром 1600×1300 мм з коефіцієнтом відбиття 0.8 не має технічної складності та освоєне вітчизняними виробниками.

Література: 1. <http://www.kiev-security.org.ua>. 2. Хорев А. А. Способы и средства защиты информации. Учебн. пособие. – М.: МО РФ, 2000. – 316 с. 3. Неизвестный С. И., Никулин О. Ю. "Приборы с зарядовой связью — основа современной телевизионной техники. Основные характеристики ПЗС", "Специальная техника", № 5, 1999.